

РАЗРАБОТКА МНОГОЦЕЛЕВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА

Алуев А.С., Зюзин В.В.

ФГАОУ ВПО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира 32, e-mail: dekanat@rtf.ustu.ru

Аннотация. Реализовано программное обеспечение, которые позволяет расширить возможности врача функциональной диагностики в постобработке ультразвуковых данных для более детального и точного обследования сердца пациента.

Ключевые слова: Обработка ультразвуковых изображений сердца, разработка программного обеспечения

DEVELOPMENT OF A MULTIPURPOSE SOFTWARE FOR INTEGRATED ANALYSIS OF ULTRASOUND IMAGES

Aluev A.S., Zuzin V.V.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin», 620002, 32 Mira street, Ekaterinburg, Russia, e-mail: dekanat@rtf.ustu.ru

Abstract: The software, which allows to expand the capabilities of the doctor of functional diagnostics in the post-processing ultrasound data for a more detailed and accurate examination of the patient's heart.

Key words: processing of heart ultrasound images, software development

Введение

Эхокардиография – это неинвазивный метод ультразвукового исследования (УЗИ) структуры и функции сердца. Метод основан на регистрации отраженных импульсных сигналов ультразвука, генерируемых эхо-кардиографическим датчиком с частотой 1-10МГц [1].

Современные аппараты ультразвуковой диагностики обладают набором программ для последующей обработки полученных изображений с целью выявить патологические состояния сердца. Такие программы являются коммерческим продуктом и имеют закрытый программный код. Данные программы позволяют производить обработку лишь тех изображений, которые находятся на жестком диске данного ультразвукового аппарата. После переноса изображений на другой носитель повторные или дополнительные расчеты невозможны. В связи с этим, появилась потребность в разработке программного обеспечения (ПО), позволяющего выполнять постобработку ультразвуковых изображений.

В настоящее время разработано ПО позволяющее:

1. осуществить выбор определенного кадра из видеозаписи УЗИ, соответствующего требуемой фазе сократительного цикла, определяемого по электрокардиограмме (ЭКГ);
2. определить линейные размеры камер сердца;
3. распознать на ультразвуковом изображении характеристические кривые, описывающие динамику изменения региональных объемов левого желудочка.

Структура ПО

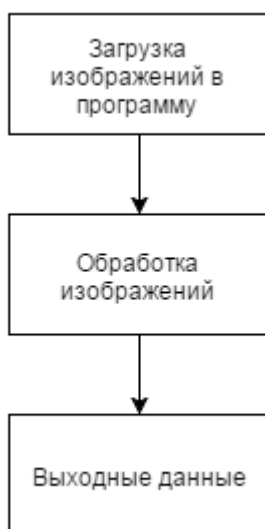


Рисунок 1. Схема взаимодействия с программой

Схема, представленная на рисунке 1, позволяет понять основной принцип работы ПО. Для работы программы необходимы изображения, полученные при УЗИ. Все выходные характеристики структурируются и выводятся в файл, имеющий расширение “.txt”.

Программа разбита на три модуля, каждый позволяет получить характеристики, необходимые специалисту на разных этапах обследования.

Первый модуль позволяет осуществить выбор определенного кадра из видеозаписи УЗИ, соответствующего требуемой фазе сократительного цикла, определяемого по ЭКГ [2, 3] (рис.2).

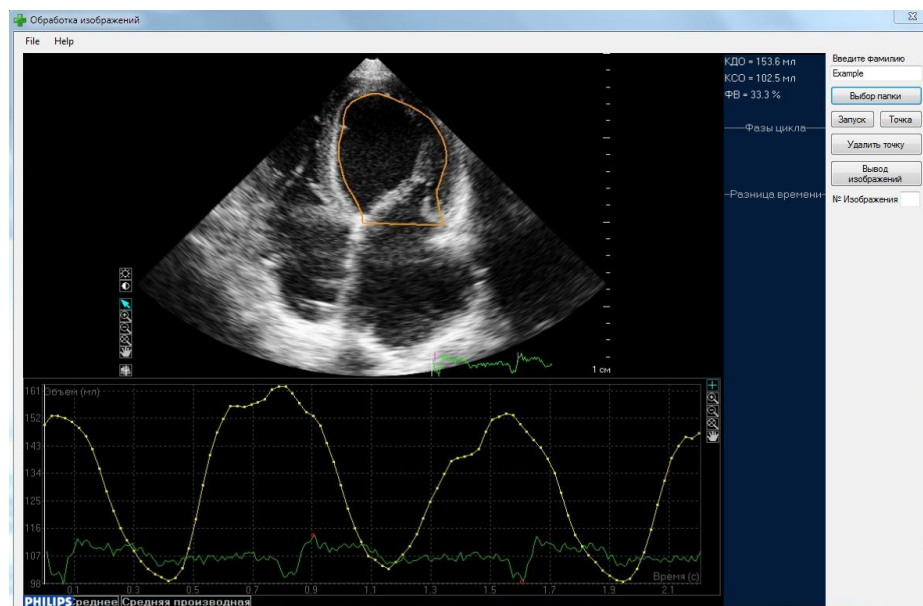


Рисунок 2. Вид первого модуля. Желтый график – объем левого желудочка. Зеленый график – ЭКГ.
Входные данные: последовательность изображений

Фиксация кадров происходит по следующему принципу: на эхокардиограмме присутствует временная черта белого цвета, которая смещается при изменении кадра. После выставления контрольных точек и запуска программы, происходит поиск кадра с минимальным расстоянием от контрольной точки до черты, а после того, как кадр найден, его номер фиксируется и записывается в текстовый файл. Номера полученных кадров необходимы для использования во втором модуле.

Второй модуль предназначен для определения линейных характеристик сердца: линейные размеры правого и левого желудочков на базальном и срединном уровнях и их длинные оси, а также отношение площадей правого и левого желудочков в систолу и диастолу. (рис. 3).

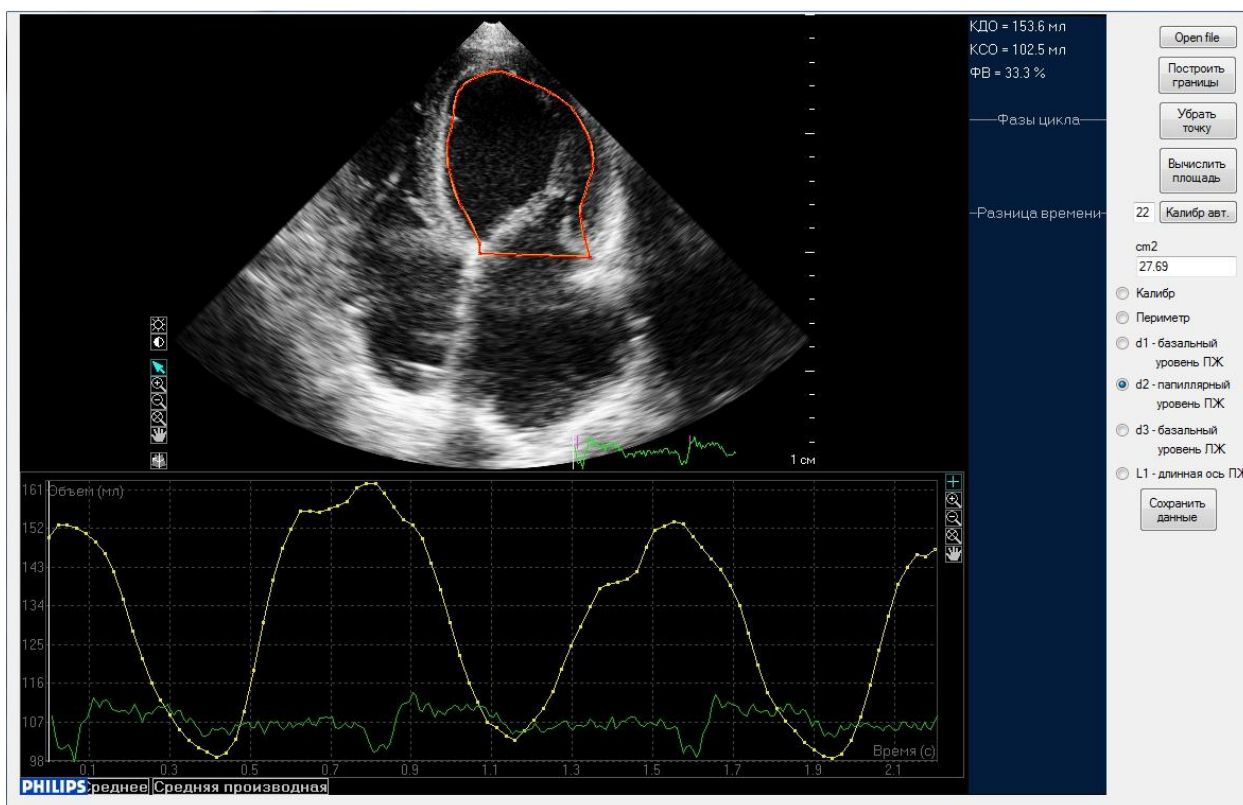


Рисунок 3. Вид второго модуля.

Входные данные: выборка изображений, полученная в результате работы первого модуля.

Правильное определение этих характеристик позволит выявить наличие патологий сердца. Для нахождения линейных размеров в модуле имеется ряд инструментов:

- Определение площади внутреннего контура правого и левого желудочков в автоматизированном режиме
- Калибровка, автоматическая и ручная

После загрузки кадров в программу появляется необходимость в определении калибра (количества пикселей в 1 см). Калибровка осуществляется путем нахождения количества пикселей между контрольными рисками. Это необходимо, т.к. для исследований необходимы реальные размеры. Далее находятся линейные размеры в пикселях и преобразуются в сантиметры.

Третий модуль предназначен для распознавания на ультразвуковом изображении характеристических кривых, описывающих динамику изменения региональных объемов левого желудочка (рис. 4,5).

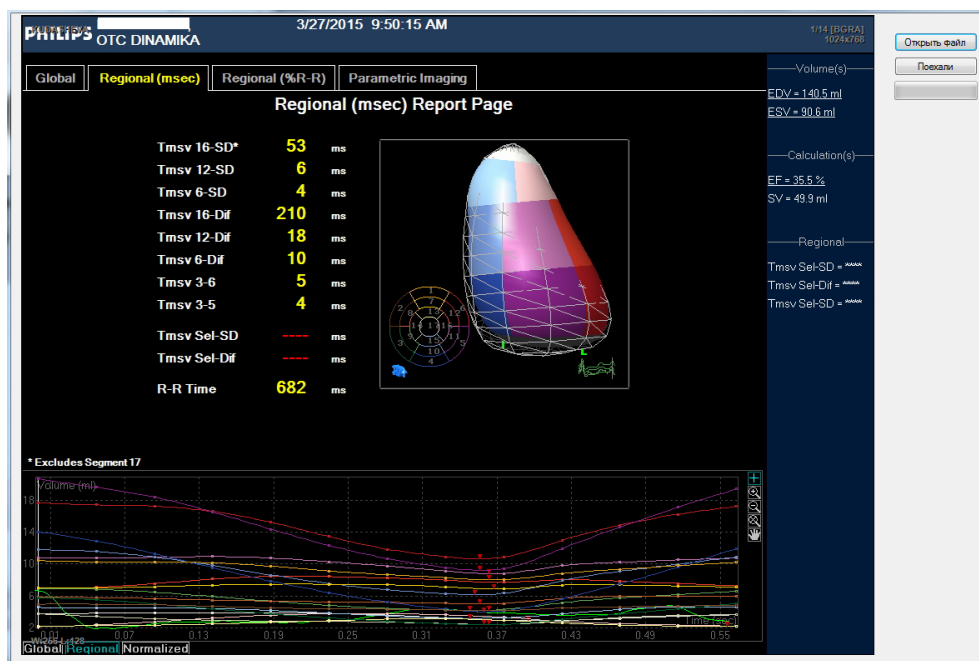


Рисунок 4. Вид третьего модуля.

Входные данные: изображения с графиками, описывающими динамику изменения региональных объемов левого желудочка в течение сократительного цикла.

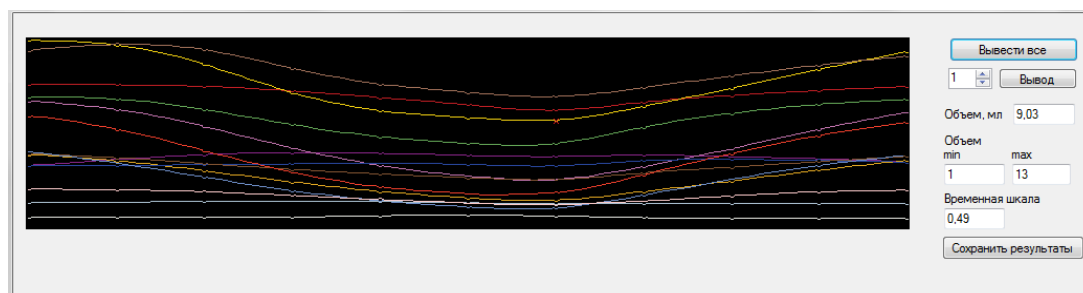


Рисунок 5. Вывод характеристик сократимости

Для решения поставленной задачи был реализован модуль, позволяющий выделить и построить каждую зависимость, а также определить ее характеристики, что в дальнейшем позволит определить параметры сократимости каждого сегмента.

Каждый из графиков имеет уникальный цвет в RGB диапазоне [4, 5]. В информативной части кадра осуществляется поиск точек, соответствующих каждому цвету, а после из этих точек составляется график. Для перевода данных в реальные значения необходимо указать в соответствующих полях максимальное и минимальное значения объемов на шкале и максимальное значение времени на временной шкале.

Заключение

В ходе работы было реализовано ПО, которое позволяет расширить возможности врача функциональной диагностики в постобработке ультразвуковых данных для более детального и точного обследования сердца пациента. С помощью данного ПО возможно получить дополнительные количественные характеристики, которые невозможно рассчитать на аппарате УЗИ, поэтому разработанное ПО может стать хорошим дополнением к аппарату и расширить его функционал.

Список литературы

1. А.В. Струтынский – Эхокардиограмма: анализ и интерпретация // “МЕДпресс-информ”, 2003
2. Р.Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс – Цифровая обработка изображений в среде MATLAB // “ТЕХНОСФЕРА”, 2006
3. Paolo Piras, Antonietta Evangelista, Stefano Gabriele - 4D-Analysis of Left Ventricular Heart Cycle Using Procrustes Motion Analysis
4. CodeProject [электронный ресурс] // ARGB: [сайт] URL: <http://www.codeproject.com/Articles/87625/ARGB>
5. Справочник по C# - [Электронный ресурс] – режим доступа. – URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/618ayhy6.aspx>

References

1. A.V. Strutinskiy - Echocardiogram: analysis and interpretation // “MEDpress-inform”, 2003
2. Gonzalez, Woods, Eddins Digital Image Processing Using MATLAB // “TECHNOSPHERE”, 2006
3. Paolo Piras, Antonietta Evangelista, Stefano Gabriele - 4D-Analysis of Left Ventricular Heart Cycle Using Procrustes Motion Analysis
4. CodeProject // ARGB: URL: <http://www.codeproject.com/Articles/87625/ARGB>
5. C# Reference — URL: <https://msdn.microsoft.com/en-gb/library/618ayhy6.aspx>